

PAT-NO: JP410326885A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10326885 A  
TITLE: SOLID-STATE IMAGE-PICKUP ELEMENT

PUBN-DATE: December 8, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME COUNTRY  
FUKUSHO, TAKASHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME COUNTRY  
SONY CORP N/A

APPL-NO: JP09134612  
APPL-DATE: May 26, 1997

INT-CL (IPC): H01L027/14

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a solid-state image-pickup element, which improves sensitivity by increasing light convergence efficiency, and eliminates smears without providing a light shield film on a photodetection sensor part.

SOLUTION: This element is equipped with a photodetection sensor part 3 which is provided at a surface layer of a silicon substrate (base body) 2 and performs photoelectric conversion, a charge transfer part 5 which transfers signal charges read out of the photodetection sensor 3, and transfer electrodes 8 and 10 which are provided on the silicon substrate 2 via an insulating film. On the photodetection sensor 3, an interlayer insulating film 11 is formed covering the side wall surfaces of the transfer electrodes 8 and 10. A transparent film 12 is embedded in the place, surrounded with the interlayer insulating film 11. The refractive index of the transparent film 12 is larger than that of the interlayer insulating film 11.

COPYRIGHT: (C) 1998, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-326885

(43) 公開日 平成10年(1998)12月8日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 27/14

識別記号

F I

H 0 1 L 27/14

D

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-134612

(22) 出願日 平成9年(1997)5月26日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 福所 孝

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 船橋 國則

(54) 【発明の名称】 固体撮像素子

(57) 【要約】

【課題】 集光効率を高めて感度向上を図ると共に、受光センサ部上に遮光膜を設けることなくスミアをなくすようにした固体撮像素子の提供が望まれている。

【解決手段】 シリコン基板(基体)2の表層部に設けられて光電変換をなす受光センサ部3と、受光センサ部3から読み出された信号電荷を転送する電荷転送部5と、シリコン基板2上に絶縁膜を介して設けられた転送電極8、10とを備えてなる。受光センサ部3上における、転送電極8、10の側壁面にはこれを覆って層間絶縁膜11が設けられている。層間絶縁膜11に囲まれた箇所には透明膜12が埋め込まれている。透明膜12の屈折率は、層間絶縁膜11の屈折率より大である。

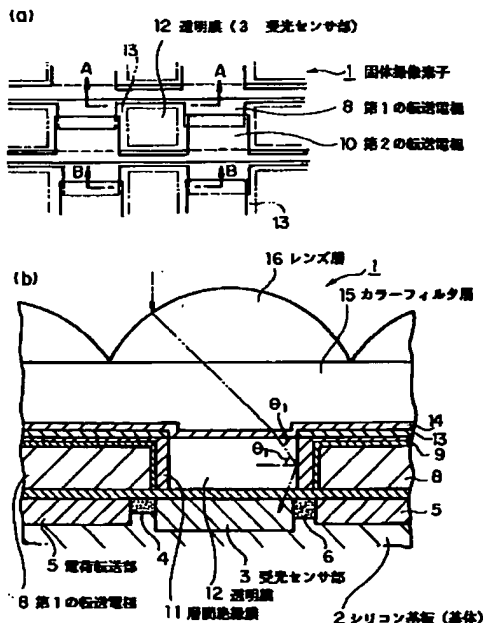


図1実施形態例の概略構成図

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基体の表層部に設けられて光電変換をなす受光センサ部と、該受光センサ部から読み出された信号電荷を転送する電荷転送部と、前記基体上の、前記電荷転送部の略直上位置に絶縁膜を介して設けられた転送電極とを備えてなり、

前記受光センサ部上における、前記転送電極の側壁面に該側壁面を覆って層間絶縁膜が設けられ、かつ前記受光センサ部上における、前記層間絶縁膜に囲まれた箇所に透明膜が埋め込まれ、

前記透明膜の屈折率が、層間絶縁膜の屈折率より大であることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項2】 前記基体がシリコンからなり、かつ、前記透明膜上にカラーフィルタ層、レンズ層が設けられてなり、

レンズ層およびカラーフィルタ層、透明層、受光センサ部は、レンズ層およびカラーフィルタ層側から受光センサ部側に行くにしたがってその屈折率が高くなっていることを特徴とする請求項1記載の固体撮像素子。

【請求項3】 前記受光センサ部と透明膜との間に、減圧CVD法による窒化ケイ素膜が形成されてなることを特徴とする請求項1記載の固体撮像素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、受光センサ部への集光効率を高め、感度特性やスミア特性の向上を図った固体撮像素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、固体撮像素子においてはその小型化や画素の高密度化が一層進み、これに伴って受光エリアが縮小され、感度低下やスミアの増加などの特性劣化を招いている。感度低下の対策としては、例えばオンチップレンズを設け、受光センサ部での集光効率を高めるといったことが提案され、一部に実施されている。また、スミア対策としては、通常は遮光膜を受光センサ部の直上にまで張り出して形成するといったことがなされている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記のオンチップレンズを設けて集光効率を上げたものにおいても、転送電極等の段差を解消しないと遮光膜やその上のカラーフィルタ等の加工均一性が悪化してしまい、スミアの増加や微少感度ムラの劣化を招いてしまう。また、遮光膜を受光センサ部の直上にまで張り出して形成したものについては、このように遮光膜を張り出して形成すると当然受光センサ部での集光効率が低下してしまい、やはり感度低下を招いてしまって前述した小型化や画素の高密度化に対応するのが困難になってしまう。さらに、よりスミアを防ぐべく、遮光膜の張り出しを受光センサ部の近傍位置となるように極端に低く形成すると

いったことも考えられるが、その場合には画像欠陥が増加してしまい、しかも、この遮光膜形成のための加工により受光センサ部がエッチングダメージや不純物汚染を受けてしまって画質が劣化してしまう。

【0004】本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、集光効率を高めて感度向上を図るとともに、受光センサ部上に遮光膜を設けることなくスミアをなくすようにした固体撮像素子を提供することにある。

## 10 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の固体撮像素子では、基体の表層部に設けられて光電変換をなす受光センサ部と、該受光センサ部から読み出された信号電荷を転送する電荷転送部と、前記基体上の、前記電荷転送部の略直上位置に絶縁膜を介して設けられた転送電極とを備えてなり、前記受光センサ部上における、前記転送電極の側壁面に該側壁面を覆って層間絶縁膜が設けられ、かつ前記受光センサ部上における、前記層間絶縁膜に囲まれた箇所に透明膜が埋め込まれ、前記透明膜の屈折率が、層間絶縁膜の屈折率より大であることを前記課題の解決手段とした。

【0006】この固体撮像素子によれば、転送電極の側壁面に層間絶縁膜が設けられ、該層間絶縁膜に囲まれた箇所に透明膜が埋め込まれ、前記透明膜の屈折率が層間絶縁膜の屈折率より大であることから、透明膜表面に斜めに入射し、該透明膜表面と前記層間絶縁膜との間の界面に到る光が、該界面で反射して受光センサ部上に入射するようになる。また、このように透明膜の周りに層間絶縁膜を配したことによって透明膜に入射した光が受光センサ部の外に洩れるのを防止したことから、該透明膜上に遮光膜を配する必要がなくなる。

## 【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の固体撮像素子を詳しく説明する。図1(a)、(b)は本発明の固体撮像素子の第1実施形態例を示す図であり、(a)は固体撮像素子の概略構成を示す要部平面図、(b)は(a)のA-A線矢視断面図である。図1(a)、(b)において符号1は固体撮像素子、2はシリコン基板(基体)である。シリコン基板2には、図1(b)に示すようにその表層部に光電変換をなす受光部(図示略)が形成され、さらにこの受光部の上にホール蓄積部(図示略)が形成されている。そして、これら受光部とホール蓄積部とから、HAD(Hall Accumulation Diode)構造の受光センサ部3が形成されている。

【0008】この受光センサ部3の一方の側には、読み出しゲート4を介して電荷転送部5が形成され、他方の側にはチャンネルストップ6を介して別の電荷転送部5が形成されている。そして、このような構成により受光センサ部3で光電変換されて得られた信号電荷は、読み出しゲート4を介して電荷転送部5に読み出され、さらに

該電荷転送部5にて転送されるようになっている。

【0009】また、シリコン基板2の表面部には、熱酸化法やCVD法等によって形成された $\text{SiO}_2$ からなる絶縁膜7が設けられている。なお、この絶縁膜7については $\text{SiO}_2$ 膜からなる単層膜でなく、 $\text{SiO}_2$ 膜-SiN膜- $\text{SiO}_2$ 膜の三層からなるいわゆるONO構造の積層膜としてもよい。絶縁膜7の上には前記電荷転送部5の略直上位置に第1ポリシリコンからなる第1の転送電極8が形成されている。この第1の転送電極8の表面上には、該転送電極8を覆って $\text{SiO}_2$ からなる電極絶縁膜9が形成されている。なお、図1(b)には示さないものの、第1の転送電極8とは一部が重なり合う状態で、図1(a)に示したように第2ポリシリコンからなる第2の転送電極10が形成されており、この第1の転送電極10の表面上にもこれ覆って $\text{SiO}_2$ からなる電極絶縁膜(図示略)が形成されている。

【0010】また、これら第1の転送電極8、第2の転送電極10の上面および側壁面には、図1(b)に示したようにこれらの面を覆って層間絶縁膜11が設けられている。このような構成により層間絶縁膜11は、図1(a)に示したように第1の転送電極8、第2の転送電極10に囲まれた受光センサ部3の直上部分においては、筒状(この例では四角筒状)に形成されたものとなっている。層間絶縁膜11を形成する絶縁膜として具体的には、BPSG(ホウ素リンシリケートガラス)やSOG(スピノングラス)、バイアス高密度P-SiO等の屈折率が1.45程度のもの、あるいはこれらにF(フッ素)を添加してその屈折率を少し小さくしたものなどが用いられるが、この例では屈折率が1.45程度の $\text{SiO}_2$ 系酸化膜が用いられている。

【0011】この筒状に形成された層間絶縁膜11に囲まれた箇所、すなわち図1(b)に示すように受光センサ部3の直上箇所には、透明膜12が埋め込まれている。この透明膜12は、前記層間絶縁膜11の屈折率より大きい屈折率を有する材料からなるもので、この例ではバイアス高密度プラズマCVD法による平坦化P-SiN膜(屈折率2.0)によって形成されている。なお、この透明膜12としては、前記平坦化P-SiN膜に代えて、酸素を多く含んだシリコンや、ポリシリコンなどからなる膜を用いることもできる。また、これら層間絶縁膜11、透明膜12は、リフローやオーバーエッチング等の平坦化処理がなされており、これによってその上面、さらには層間絶縁膜11の側面(透明膜12との界面側の面)が平滑化されている。

【0012】層間絶縁膜11の上には、これを覆ってアルミニウムやアルミニウム合金などからなる遮光膜13が形成されており、これによって遮光膜13は、図1(a)に示すように受光センサ部3の直上位置の大部分を外側に臨ませた状態で、すなわち受光センサ部3の直上に矩形的開口部を有した状態で形成されたものとなっ

ている。この遮光膜13および前記透明膜12の上には、これらを覆ってパッシベーション膜14が形成されている。また、パッシベーション膜14の上には樹脂等からなるカラーフィルタ層15が形成され、さらにその上にはオンチップレンズと称される凸状の透明樹脂等からなるレンズ層16が形成されている。ここで、カラーフィルタ層15およびレンズ層16は、共に屈折率が1.5~1.6程度の材料によって形成されたものである。

10 【0013】このような固体撮像素子1を作製するに際し、特に層間絶縁膜11、透明膜12を形成するには、第1の転送電極8、第2の転送電極10に熱酸化法等によって電極絶縁膜9を形成した後、前述したようにBPSG(ホウ素リンシリケートガラス)やSOG(スピノングラス)、バイアス高密度P-SiO等から選ばれた $\text{SiO}_2$ 系酸化物をその成膜法に基づいて成膜しさらにこれをリフロー処理などによって平坦化する。その後、第1の転送電極8上、第2の転送電極10上、およびこれらの側壁面に堆積した部分を覆った状態でレジストパターンを形成し、さらにこのレジストパターンをマスクにして受光センサ部3上に堆積した膜をエッチングにより除去し、層間絶縁膜11を得る。

20 【0014】次いで、前述したようにバイアス高密度プラズマCVD法によって平坦化P-SiN膜を堆積形成し、さらにこれにCMP法やレジストエッチバック法によってグローバル平坦化処理を施し、図1(b)に示したように受光センサ部3の直上における、層間絶縁膜11に囲まれた箇所のみこの平坦化P-SiN膜を残して透明膜12を得る。

30 【0015】このようにして層間絶縁膜11、透明膜12を形成した後は、従来と同様にして第1の転送電極8、第2の転送電極10等を覆って遮光膜13をする。なお、この遮光膜13については、固体撮像素子1の周辺回路における配線と同一の層として形成することも可能である。続いてP-SiN膜等からなるパッシベーション膜14を形成し、さらに染色法やカラーレジスト塗布によってカラーフィルタ層15を形成し、その後、レンズ層16を形成する。ここで、レンズ層16の形成については、熱溶融性透明樹脂や常温無加熱でCVD可能な高密度SiNを堆積させ、さらにその上部にレジストを設けた後、このレジストを熱リフロー処理して所望の曲率を有する凸レンズ形状にし、さらにこれをマスクにして前記堆積層をエッチングし、レジストを除去してレンズ層16を得るといったエッチバック転写等が用いられる。

40 【0016】このようにして得られる固体撮像素子1によれば、レンズ層16で集光され、さらにカラーフィルタ層15、パッシベーション膜14を透過して透明膜12に入射した光がさらに絶縁膜7を透過した後受光センサ部3に到り、ここで光電変換がなされる。また、図1

(b) 中二点鎖線による矢印で示したごとく、透明膜12の表面に対して斜めに入射し、そのまま該透明膜12表面と層間絶縁膜11との間の界面に到る光も、該界面で反射して受光センサ部3上に入射するようになっている。

【0017】すなわち、この例では、透明膜12の表面と受光センサ部3の表面および絶縁膜7の表面とが平行であり、透明膜12の表面と層間絶縁膜11の側面（透明膜12との界面）とのなす角が直角であるとした場合に、レンズ層16の曲率や該レンズ層16、カラーフィルタ層15、パッシベーション膜14の屈折率が、透明膜12に入射した光の該透明膜12表面に対する角度 $\theta_1$ が46.5°より大きい角度となるように予め調整さ\*

$$n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2 \quad (\text{スネルの法則})$$

【0019】つまり、図2に示すスネルの法則の説明図において、屈折角 $\theta_2$ が90°を越えると光が全反射になるとすれば、 $\theta_2$ に90°を代入し、さらに $n_1 = 2.0$ 、 $n_2 = 1.45$ とすることにより、 $2.0 \times \sin \theta_1 = 1.45 \times \sin 90^\circ$ となり、 $\sin 90^\circ = 1$ であることから、 $\sin \theta_1 = 1.45/2.0$ となり、これから全反射するための臨界的な角度である $\theta_1 = 46.5^\circ$ が求まるのである。よって、前述したごとく透明膜12に入射した光の該透明膜12表面に対する角度 $\theta_1$ が前記の臨界的な角度である46.5°より大きい角度となることにより、透明膜12を透過してこれと層間絶縁膜11との界面に到った光が、全て全反射して受光センサ部3に入射するようになる。

【0020】したがって、この固体撮像素子1にあっては、透明膜12に入射した光を全て受光センサ部3に入射させることができることにより、集光効率を高めて感度を格段に向上させることができる。また、受光センサ部3上に透明膜12が埋め込まれてこれが平坦化されていることにより、該透明膜12と層間絶縁膜11とがほぼ面一となり、したがって第1の転送電極8、第2の転送電極10による段差が解消されてこれらの上に形成される遮光膜13やカラーフィルタ層15などの加工均一性が向上し、スミアの増加や微少感度ムラの劣化を防止することができる。

【0021】さらに、透明膜12の周りに層間絶縁膜11を配したことによって透明膜12に入射した光が受光センサ部3の外に洩れるのを防止したことから、該透明膜12上に遮光膜13を配する必要がなくなり、これにより従来のごとく遮光膜を受光センサ部3の直上にまで張り出す必要がなくなる。よって、遮光膜13の開口部を広く形成することができ、その分この開口部内に臨む受光センサ部3の面積を大きくして集光効率を高めることができる。また、このように遮光膜13に張り出しを設けていないので、従来のごとくこれが受光センサ部3の近傍位置となるように極端に低く形成された場合に、画像欠陥が増加してしまい、しかも、この遮光膜形成の※50

\*れている。

【0018】そして、このように $\theta_1$ が46.5°より大きい角度となるように調整され、したがって層間絶縁膜11の側面に対する入射角 $\theta_1$ （図1(b)中二点鎖線で示した入射光と一点鎖線で示した層間絶縁膜11の側面に対する法線とのなす角）が46.5°より大きい角度となるように調整されており、また、透明膜12の屈折率 $n_1$ が2.0、層間絶縁膜11の屈折率 $n_2$ が1.45であることから、以下の式に示されるスネルの法則により、前述したように透明膜12を透過してこれと層間絶縁膜11との界面に到った光が、全て全反射して受光センサ部3に入射するのである。

※ための加工により受光センサ部3がエッチングダメージや不純物汚染を受けてしまって画質が劣化してしまうといった不都合も防ぐことができる。

【0022】また、光の入射経路（光路）となる、受光センサ部3の直上部においては、レンズ層16の外側から順に、屈折率が1.0の空気、屈折率が1.5~1.6程度のレンズ層16およびカラーフィルタ層15、屈折率が2.0の透明膜12、屈折率が3.8のシリコンからなる受光センサ部3と、該受光センサ部3側に行くにしたがってその屈折率が高くなっているため、これら光の経路内においては、斜めに入射した光についても材質の異なる層間の界面を透過する際に全反射が起こらず、受光センサ部3の表面に対しより垂直に近い角度で入射するように屈折していく。したがって、より高い集光効率を得ることができるとともに、反射に起因する特性の低下などを防止することができる。また、受光センサ部3の直上に位置する透明膜12をP-SiN膜から形成していることから、該P-SiN膜が水素化を促進することによってダーク成分の低減化を図ることができる。

【0023】図3は本発明の固体撮像素子の第2実施形態例を示す図であり、図1(a)のB-B線矢視断面に相当する図である。図3において符号20は固体撮像素子であり、この固体撮像素子20が図1(a)、(b)に示した固体撮像素子1と異なるところは、主に、受光センサ部3と透明膜12との間に、図1(b)に示した絶縁層7に代えて減圧CVD法による窒化ケイ素膜（以下、SiN膜と記す）21を設けた点である。このように絶縁層7に代えてSiN膜21を設けたことにより、このSiN膜21はその屈折率が2.0であることから、同じく屈折率が2.0の平坦化P-SiN膜からなる透明膜12との間の界面で屈折が起こらず、したがってここでの反射を確実に防止することができる。れてなる

【0024】また、このようなSiN膜21を設けた固体撮像素子20を作製するには、シリコン基板2にイオ

ン注入等によって不純物を注入しさらにこれを拡散させ、受光センサ部3、読み出しゲート4、電荷転送部5、チャネルストップ6をそれぞれ形成する。続いて、熱酸化法やCVD法によりシリコン基板2表面に $\text{SiO}_2$ 膜、あるいは $\text{SiO}_2$ 膜-SiN膜- $\text{SiO}_2$ 膜の三層からなるONO構造の積層膜を形成して絶縁膜7を得る。

【0025】次いで、CVD法によって第1ポリシリコンを堆積し、さらにこれを公知のフォトリソグラフィ技術、エッチング技術によってパターンニングし、第1の転送電極8を形成する。続いて、熱酸化法やCVD法等によって該第1の転送電極8の表面に電極絶縁膜9を形成する。さらに、第1の転送電極8の形成と同様にし、第2ポリシリコンからなる第2の転送電極8を加工形成し、さらにこれの表面に電極絶縁膜(図示略)を形成する。なお、転送電極を三層以上の構造とする場合には、このような工程を層分繰返すことによってこれを形成する。

【0026】次いで、公知のフォトリソグラフィ技術、エッチング技術によって受光センサ部3上の絶縁膜7を除去し、さらに減圧CVD法によってSiN膜21を全面に形成する。次いで、先の第1実施形態例の場合と同様にして層間絶縁膜11を形成する。このとき、第1の転送電極8と第2の転送電極10との間にはマスクの合わせずれなどに起因して、図3に示したようにその側壁面がずれて形成されてしまうことがある。しかし、本実施形態例では、先の第1実施形態例と同様に、層間絶縁膜11にリフロー処理などを施し、これにより図3に示したように、特に第1の転送電極8、第2の転送電極10の側壁面に堆積した膜を平坦化する。

【0027】次いで、第1実施形態例と同様にして受光センサ部3上に堆積した膜をエッチングにより除去し、層間絶縁膜11を得る。このとき、先にSiN膜21を全面に形成していることにより、このSiN膜21がエッチングストップとして機能し、これにより受光センサ部3などにエッチングダメージが与えられることが防がれている。このようにして層間絶縁膜11を形成したら、第1実施形態例と同様にして透明層12を形成し、さらに遮光膜13、パッシベーション膜14、カラーフィルタ層15、レンズ層16を順次形成する。

【0028】このように、第2実施形態例の固体撮像素子20にあっては、透明層12と受光センサ部3との間に、絶縁膜7に代えてSiN膜21を設けたことから、前述したように透明層12と該SiN膜21との間の界面での屈折を防止することができ、しかも、層間絶縁膜11形成時の受光センサ部3上のエッチングの際に、SiN膜21をエッチングストップとして機能させることができるとともに、受光センサ部3などにエッチングダメージが与えられるのを防止するものとしても機能させることができる。

【0029】なお、前記実施形態例では遮光膜13を設けたが、レンズ層16等により固体撮像素子に入射した光を確実に透明膜12に入射させることができる場合には、この遮光膜13を設けなくてもよい。また、絶縁膜7を三層からなるONO構造とした場合には、層間絶縁膜11の形成に先立ち、最上部の $\text{SiO}_2$ 膜を除去して二層目のSiN膜を露出させておき、このSiN膜を層間絶縁膜11形成時のエッチングストップとして機能させてもよい。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように本発明の固体撮像素子は、転送電極の側壁面に層間絶縁膜を設け、該層間絶縁膜に囲まれた箇所に透明膜を埋め込み、前記透明膜の屈折率を層間絶縁膜の屈折率より大としたものであるから、透明膜表面に斜めに入射し、該透明膜表面と前記層間絶縁膜との間の界面に到る光を、該界面で反射させて受光センサ部3に入射させることができ、これにより集光効率を高めて感度を格段に向上させることができる。したがって、特性低下を招くことなく、固体撮像素子の小型化や画素の高密度化を図ることができる。

【0031】また、このように透明膜の周りに層間絶縁膜を配したことによって透明膜に入射した光が受光センサ部の外に洩れるのを防止したことから、該透明膜上に遮光膜を配する必要がなくなり、これにより従来のごとく遮光膜を受光センサ部の直上にまで張り出す必要がなくなる。よって、遮光膜の開口部を広く形成することができ、その分この開口部内に臨む受光センサ部の面積を大きくして集光効率を高めることができる。また、このように遮光膜に張り出しを設ける必要がないので、従来のごとくこれが受光センサ部の近傍位置となるように極端に低く形成された場合に、画像欠陥が増加してしまい、しかも、この遮光膜形成のための加工により受光センサ部がエッチングダメージや不純物汚染を受けてしまって画質が劣化してしまうといった不都合も防ぐことができる。さらに、受光センサ部上に位置する遮光膜の張り出し部分については通常その上面、下面の両方に低反射膜を設ける必要があるが、本発明の固体撮像素子にあっては遮光膜に張り出しを設ける必要がないので、当然低反射膜を設ける工程が不要になり、したがって生産性を向上してコストダウンを図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の固体撮像素子の第1実施形態例を示す図であり、(a)は固体撮像素子の概略構成を示す要部平面図、(b)は(a)のA-A線矢視断面図である。

【図2】スネルの法則の説明図である。

【図3】本発明の固体撮像素子の第2実施形態例を示す図であり、図1(a)のB-B線矢視断面に相当する図である。

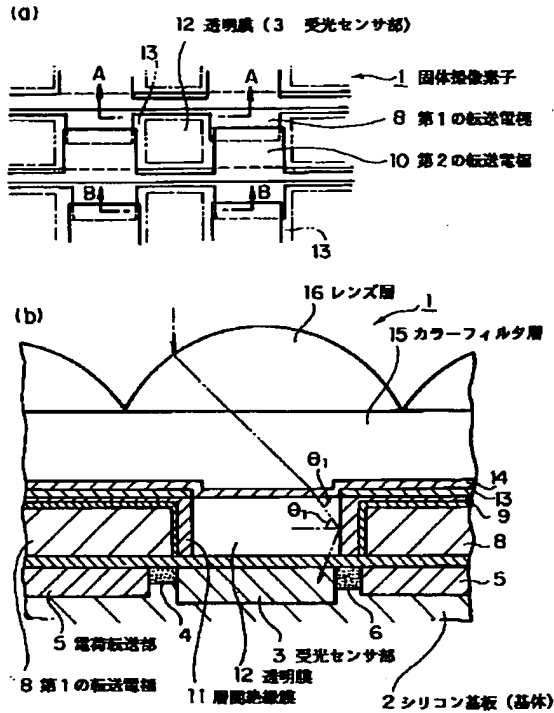
【符号の説明】

50 1、20 固体撮像素子 2 シリコン基板(基体)

3 受光センサ部  
5 電荷転送部 7 絶縁膜 8 第1の電荷転送  
電極  
10 第2の電荷転送電極 11 層間絶縁膜 1

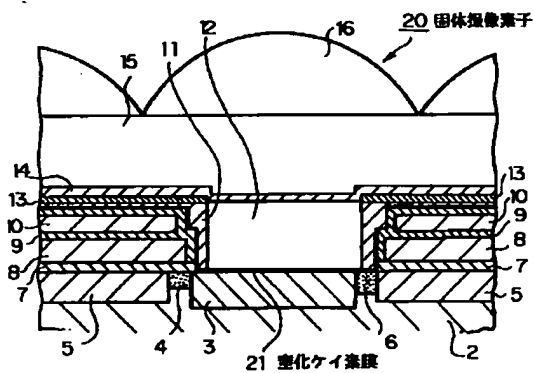
2 透明膜  
15 カラーフィルタ層 16 レンズ層  
21 窒化ケイ素膜 (SiN膜)

【図1】



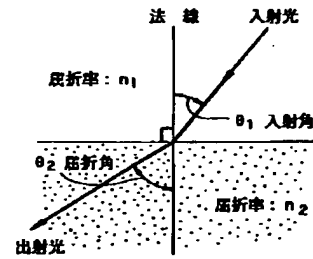
第1実施形態の概略構成図

【図3】



第2実施形態の概略構成図

【図2】



スネルの法則の説明図

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention raises the condensing effectiveness to the photo sensor section, and relates to the solid state image pickup device which aimed at improvement in a sensibility property or a smear property.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, in a solid state image pickup device, the miniaturization and densification of a pixel progress further, light-receiving area is reduced in connection with this, and property degradation of sensibility lowering, the increment in a smear, etc. is caused. As a cure of sensibility lowering, a lens on chip is prepared, for example, raising the condensing effectiveness in the photo sensor section is proposed, and it carries out in the part. Moreover, usually jutting out and forming a light-shielding film even in right above [ of the photo sensor section ] as a cure against a smear is made.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, also in what prepared the aforementioned lens on chip and gathered condensing effectiveness, if the level difference of a transfer electrode etc. is not canceled, processing homogeneity, such as a light-shielding film and a light filter on it, will get worse, and the increment in a smear and degradation of very small sensibility nonuniformity will be caused. Moreover, about what juttred out and formed the light-shielding film even in right above [ of the photo sensor section ], if a light-shielding film is juttred out and formed in this way, naturally the condensing effectiveness in the photo sensor section will fall, and it will become difficult to deal with the miniaturization which caused and mentioned sensibility lowering above too, or the densification of a pixel. Furthermore, although forming an overhang of a light-shielding film extremely low so that it may become the near location of the photo sensor section is also considered in order to prevent a smear more, an image defect will increase in that case and, moreover, image quality will deteriorate [ the photo sensor section ] in response to an etching damage or impurity contamination by processing for this light-shielding film formation.

[0004] This invention was made in view of said situation, and the place made into the object is to offer the solid state image pickup device which lost the smear, without preparing a light-shielding film on the photo sensor section while raising condensing effectiveness and aiming at improvement in sensibility.

[0005]

[Means for Solving the Problem] The photo sensor section which is prepared in the surface section of a base and makes photo electric translation in the solid state image pickup device of this invention, The charge transfer section which transmits the signal charge by which reading appearance was carried out from this photo sensor section, It comes to have the transfer electrode prepared in the abbreviation right above location of said charge transfer section on said base through the insulator layer. Cover this side-attachment-wall side to the side-attachment-wall side of said transfer electrode on said photo sensor section, and an interlayer insulation film is prepared in it. And the transparent membrane was embedded



in the part surrounded by said interlayer insulation film on said photo sensor section, and the refractive index of said transparent membrane made it to be size the solution means of said technical problem from the refractive index of an interlayer insulation film.

[0006] The light which carries out incidence aslant on a transparent membrane front face since a transparent membrane is embedded in the part which the interlayer insulation film was prepared in the side-attachment-wall side of a transfer electrode according to this solid state image pickup device, and was surrounded by this interlayer insulation film and the refractive index of said transparent membrane is size from the refractive index of an interlayer insulation film, and results in the interface between this transparent membrane front face and said interlayer insulation film reflects by this interface, and it comes to carry out incidence on the photo sensor section. Since it prevented that the light which carried out incidence to the transparent membrane by having arranged the interlayer insulation film on the surroundings of a transparent membrane in this way leaked out of the photo sensor section, it becomes unnecessary moreover, to allot a light-shielding film on this transparent membrane.

[0007]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the solid state image pickup device of this invention is explained in detail. Drawing 1 (a) and (b) are drawings showing the example of the 1st operation gestalt of the solid state image pickup device of this invention, and the important section top view in which (a) shows the outline configuration of a solid state image pickup device, and (b) are the A-A arrowed cross-sections of (a). In drawing 1 (a) and (b), a sign 1 is a solid state image pickup device, and 2 is a silicon substrate (base). As shown in a silicon substrate 2 at drawing 1 (b), the light sensing portion (graphic display abbreviation) which makes photo electric translation is formed in that surface section, and the hole storage section (graphic display abbreviation) is further formed on this light sensing portion. And the photo sensor section 3 of HAD (Holl Accumulation Diode) structure is formed from these light sensing portions and the hole storage section.

[0008] The charge transfer section 5 is formed through the read-out gate 4, and another charge transfer section 5 is formed in one of this photo sensor section 3 side through the channel stop 6 at the another side side. And reading appearance of the obtained signal charge in which photo electric translation was carried out by such configuration in the photo sensor section 3 is carried out to the charge transfer section 5 through the read-out gate 4, and it is further transmitted in this charge transfer section 5.

[0009] moreover, SiO<sub>2</sub> formed in the surface section of a silicon substrate 2 by the oxidizing [ thermally ] method, the CVD method, etc. from -- the becoming insulator layer 7 is formed. In addition, about this insulator layer 7, it is SiO<sub>2</sub>. Not the monolayer that consists of film but SiO<sub>2</sub> Film-SiN film - SiO<sub>2</sub> It is good also as the so-called cascade screen of the ONO structure which consists of three layers of the film. On the insulator layer 7, the 1st transfer electrode 8 which consists of the 1st polish recon is formed in the abbreviation right above location of said charge transfer section 5. the front-face top of this 1st transfer electrode 8 -- this transfer electrode 8 -- covering -- SiO<sub>2</sub> from -- the becoming electrode insulator layer 9 is formed. in addition, although not shown in drawing 1 (b), it is in the condition that parts overlap, in the 1st transfer electrode 8, and as shown in drawing 1 (a), the 2nd transfer electrode 10 which consists of the 2nd polish recon is formed, and be fastidious also on the front face of this 1st transfer electrode 10 -- covering -- SiO<sub>2</sub> from -- the becoming electrode insulator layer (graphic display abbreviation) is formed.

[0010] Moreover, as shown in drawing 1 (b), these fields are covered in the top face and side-attachment-wall side of the transfer electrode 8 of these 1st, and the 2nd transfer electrode 10, and the interlayer insulation film 11 is formed in them. It was formed in tubed (this example rectangular-head tubed) in the right above part of the photo sensor section 3 surrounded by the 1st transfer electrode 8 and the 2nd transfer electrode 10 as such a configuration showed the interlayer insulation film 11 to drawing 1 (a). Although the thing whose refractive indexes, such as BPSG (boron phosphosilicate glass), and SOG (spin-on glass), bias high density P-SiO, are specifically about 1.45, or the thing which added F (fluorine) to these and made that refractive index somewhat small is used as an insulator layer which forms an interlayer insulation film 11, in this example, the SiO<sub>2</sub> system oxide film whose refractive index is about 1.45 is used.

[0011] The transparent membrane 12 is embedded in the right above part of the light-receiving sensor section 3 so that it may be shown in the part surrounded by the interlayer insulation film 11 formed in tubed [ this ], i.e., drawing 1 , (b). This transparent membrane 12 consists of an ingredient which has a larger refractive index than the refractive index of said interlayer insulation film 11, and is formed in this example with the flattening P-SiN film (refractive index 2.0) by the bias high density plasma-CVD method. In addition, as this transparent membrane 12, it can replace with said flattening P-SiN film, and the silicon containing many oxygen and the film which consists of polish recon etc. can also be used. Moreover, flattening processing of a reflow, over etching, etc. is made and, as for these interlayer insulation films 11 and a transparent membrane 12, the side face (field by the side of an interface with a transparent membrane 12) of an interlayer insulation film 11 is graduated by the top face and the pan by this.

[0012] On the interlayer insulation film 11, the light-shielding film 13 which covers this and consists of aluminum, an aluminum alloy, etc. was formed, and of this, a light-shielding film 13 is in the condition of having made the great portion of right above location of the light-receiving sensor section 3 overlooking outside, as shown in drawing 1 (a), namely, it was formed in right above [ of the photo sensor section 3 ] in the condition with rectangular opening. On this light-shielding film 13 and said transparent membrane 12, these are covered and the passivation film 14 is formed. Moreover, on the passivation film 14, the light filter layer 15 which consists of resin etc. is formed, and the lens layer 16 which consists of convex transparence resin called a lens on chip is further formed on it. Here, both the light filter layer 15 and the lens layer 16 are formed with the ingredient whose refractive index is 1.5 to about 1.6.

[0013] SiO<sub>2</sub> chosen from BPSG (boron phosphosilicate glass), SOG (spin-on glass), bias high density P-SiO, etc. as mentioned above after forming the electrode insulator layer 9 in the 1st transfer electrode 8 and the 2nd transfer electrode 10 by the oxidizing [ thermally ] method etc., in order to have faced producing such a solid state image pickup device 1 and to have formed especially an interlayer insulation film 11 and a transparent membrane 12 A system oxide is formed based on the forming-membranes method, and flattening of this is further carried out by reflow processing etc. Then, where the part deposited on the 1st transfer electrode 8 and 2nd transfer electrode 10 top and the side-attachment-wall side of these is covered, a resist pattern is formed, etching removes the film which used this resist pattern as the mask further, and was deposited on the photo sensor section 3, and an interlayer insulation film 11 is obtained.

[0014] Subsequently, as mentioned above, deposition formation of the flattening P-SiN film is carried out by the bias high density plasma-CVD method, global flattening processing is further performed to this by the CMP method or the resist etchback method, as shown in drawing 1 (b), it leaves this flattening P-SiN film only to the part in right above [ of the light-receiving sensor section 3 ] surrounded by the interlayer insulation film 11, and a transparent membrane 12 is obtained.

[0015] Thus, after forming an interlayer insulation film 11 and a transparent membrane 12, the 1st transfer electrode 8 and the 2nd transfer electrode 10 grade are covered as usual, and a light-shielding film 13 is carried out. In addition, about this light-shielding film 13, it is also possible to form as the same layer as wiring in the circumference circuit of a solid state image pickup device 1. Then, the passivation film 14 which consists of a P-SiN film etc. is formed, further, by the staining technique or color resist spreading, the light filter layer 15 is formed and the lens layer 16 is formed after that. After making the high density SiN in which CVD be possible deposit by thermofusion nature transparence resin or no ordinary temperature heating and preparing a resist in that upper part further about formation of the lens layer 16 here, it be make the convex lens configuration which carry out heat reflow processing of this resist, and have desired curvature, this be further make into a mask, said deposit be etch, and etchback imprint of removing a resist and obtaining the lens layer 16 etc. be use.

[0016] Thus, according to the solid state image pickup device 1 obtained, it is condensed in the lens layer 16, after the light which penetrated the light filter layer 15 and the passivation film 14 further, and carried out incidence to the transparent membrane 12 penetrates an insulator layer 7 further, it results in the photo sensor section 3, and photo electric translation is made here. Moreover, as the arrow head by

the two-dot chain line in drawing 1 (b) showed, incidence is aslant carried out to the front face of a clear layer 12, it reflects by this interface and incidence also of the light which results in the interface between this transparent membrane 12 front face and an interlayer insulation film 11 as it is carried out on the photo sensor section 3.

[0017] Namely, in this example, the front face of a transparent membrane 12, the front face of the photo sensor section 3, and the front face of an insulator layer 7 are parallel. When the angle of the front face of a transparent membrane 12 and the side face (interface with a transparent membrane 12) of an interlayer insulation film 11 to make is right-angled Include angle theta 1 to this transparent membrane 12 front face of the light in which the refractive index of the curvature of the lens layer 16, this lens layer 16, the light filter layer 15, and the passivation film 14 carried out incidence to the transparent membrane 12 It is beforehand adjusted so that it may become a larger include angle than 46.5 degrees.

[0018] And it is theta 1 in this way. It is adjusted so that it may become a larger include angle than 46.5 degrees. Therefore, it is adjusted so that the incident angle theta 1 (angle with the normal to the side face of the interlayer insulation film 11 shown with the incident light shown with the two-dot chain line in drawing 1 (b) and an alternate long and short dash line to make) over the side face of an interlayer insulation film 11 may serve as a larger include angle than 46.5 degrees. Moreover, refractive index  $n_1$  of a transparent membrane 12 2.0 and refractive index  $n_2$  of an interlayer insulation film 11 From it being 1.45, with the Snell's law shown in the following formulas All the light that penetrated the transparent membrane 12 and resulted in the interface of this and an interlayer insulation film 11 as mentioned above carries out total reflection, and carries out incidence to the photo sensor section 3.

$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$  (Snell's law)  
[0019] That is, it sets in the explanatory view of the Snell's law shown in drawing 2 , and is angle of refraction theta 2. If 90 degrees is exceeded, supposing light will become total reflection theta 2 By substituting 90 degrees and being further referred to as  $n_1 = 2.0$  and  $n_2 = 1.45$  It becomes  $2.0 \times \sin \theta_1 = 1.45 \times \sin 90^\circ$ , and since it is  $\sin 90^\circ = 1$ , it is set to  $\sin \theta_1 = 1.45/2.0$ , and  $\theta_1 = 46.5^\circ$  degree which is a criticality-include angle for from now on carrying out total reflection can be found. Therefore, include angle theta 1 to this transparent membrane 12 front face of the light which carried out incidence to the transparent membrane 12 as mentioned above By becoming the larger include angle which is the aforementioned criticality-include angle than 46.5 degrees, all the light that penetrated the transparent membrane 12 and resulted in the interface of this and an interlayer insulation film 11 carries out total reflection, and comes to carry out incidence to the photo sensor section 3.

[0020] therefore, if it is in this solid state image pickup device 1, by the ability carrying out incidence of all the light that carried out incidence to the transparent membrane 12 to the photo sensor section 3, condensing effectiveness is raised, and sensibility can be boiled markedly and can be raised. Moreover, by embedding a transparent membrane 12 on the photo sensor section 3, and carrying out flattening of this Processing homogeneity which this transparent membrane 12 and an interlayer insulation film 11 become almost flat-tapped, therefore the level difference by the 1st transfer electrode 8 and the 2nd transfer electrode 10 is canceled, and is formed on these, such as a light-shielding film 13 and the light filter layer 15, improves. The increment in a smear and degradation of very small sensibility nonuniformity can be prevented.

[0021] Since it prevented that the light which carried out incidence to the transparent membrane 12 by having arranged the interlayer insulation film 11 on the surroundings of a transparent membrane 12 leaked out of the photo sensor section 3, it becomes unnecessary to allot a light-shielding film 13, and it becomes unnecessary furthermore, to jut out a light-shielding film like the former thereby on this transparent membrane 12 even right above [ of the photo sensor section 3 ]. Therefore, opening of a light-shielding film 13 can be formed widely, area of the photo sensor section 3 which faces in this opening that much can be enlarged, and condensing effectiveness can be raised. Moreover, when it is formed extremely low so that this may serve as the near location of the photo sensor section 3 like the former since the overhang is not prepared in a light-shielding film 13 in this way, an image defect increases and the photo sensor section 3 can also prevent the inconvenience that image quality will deteriorate in response to an etching damage or impurity contamination, by processing for this light-

shielding film formation.

[0022] Moreover, it sets in the right above section of the photo sensor section 3 used as the incidence path (optical path) of light. The photo sensor section 3 which the clear layer 12 of 2.0 and a refractive index become [ the lens layer 16 whose refractive index is the air of 1.0, and whose refractive index is 1.5 to about 1.6 and the light filter layer 15, and a refractive index ] from the silicon of 3.8 sequentially from the outside of the lens layer 16, Since the refractive index is high as it goes to this photo sensor section 3 side, it sets in the path of these light. In case the interface between the layers from which construction material differs also about the light which carried out incidence aslant is penetrated, total reflection does not happen, but it is refracted so that incidence may be carried out at a more nearly vertically near include angle to the front face of the photo sensor section 3. Therefore, while being able to acquire condensing higher effectiveness, lowering of the property resulting from an echo etc. can be prevented. Moreover, since the transparent membrane 12 located in right above [ of the photo sensor section 3 ] is formed from P-SiN film, when this P-SiN film promotes hydrogenation, reduction-ization of a dark component can be attained.

[0023] Drawing 3 is drawing showing the example of the 2nd operation gestalt of the solid state image pickup device of this invention, and is drawing equivalent to the B-B line arrowed cross-section of drawing 1 (a). In drawing 3, a sign 20 is a solid state image pickup device, and the place where this solid state image pickup device 20 differs from the solid state image pickup device 1 shown in drawing 1 (a) and (b) is the point of having replaced with the insulating layer 7 shown in drawing 1 (b), and having mainly formed the silicon nitride film (it being hereafter described as an SiN film) 21 by the reduced pressure CVD method between the photo sensor section 3 and a transparent membrane 12. Thus, by having replaced with the insulating layer 7 and having formed SiN film 21, refraction does not arise from that refractive index being 2.0 by the interface between the clear layers 12 which a refractive index similarly becomes from the flattening P-SiN film of 2.0, therefore this SiN film 21 can prevent an echo here certainly. \*\*\*\* -- [0024] Moreover, in order to produce the solid state image pickup device 20 which formed such SiN film 21, an impurity is injected into a silicon substrate 2 by an ion implantation etc., this is diffused further, and the photo sensor section 3, the read-out gate 4, the charge transfer section 5, and the channel stop 6 are formed, respectively. Then, they are SiO<sub>2</sub> film or SiO<sub>2</sub> to silicon substrate 2 front face by the oxidizing [ thermally ] method or the CVD method. Film-SiN film - SiO<sub>2</sub> The cascade screen of the ONO structure which consists of three layers of the film is formed, and an insulator layer 7 is obtained.

[0025] Subsequently, the 1st polish recon is deposited with a CVD method, patterning of this is further carried out with a well-known photolithography technique and an etching technique, and the 1st transfer electrode 8 is formed. then, the oxidizing [ thermally ] method, a CVD method, etc. -- this -- the electrode insulator layer 9 is formed in the front face of the 1st transfer electrode 8. Furthermore, processing formation of the 2nd transfer electrode 8 which consists of the 2nd polish recon as well as formation of the 1st transfer electrode 8 is carried out, and an electrode insulator layer (graphic display abbreviation) is further formed on the surface of this. In addition, in making a transfer electrode into the structure of three or more layers, it forms this by repeating such a process by the layer.

[0026] Subsequently, a well-known photolithography technique and an etching technique remove the insulator layer 7 on the photo sensor section 3, and SiN film 21 is further formed in the whole surface with a reduced pressure CVD method. Subsequently, an interlayer insulation film 11 is formed like the case of the previous example of the 1st operation gestalt. At this time, between the 1st transfer electrode 8 and the 2nd transfer electrode 10, it originates in a doubling gap of a mask etc., and as shown in drawing 3, that side-attachment-wall side shifts and may be formed. However, in this example of an operation gestalt, like the previous example of the 1st operation gestalt, reflow processing etc. is performed to an interlayer insulation film 11, and as this showed drawing 3, flattening of the film especially deposited on the side-attachment-wall side of the 1st transfer electrode 8 and the 2nd transfer electrode 10 is carried out.

[0027] Subsequently, etching removes the film deposited on the photo sensor section 3 like the example of the 1st operation gestalt, and an interlayer insulation film 11 is obtained. At this time, by forming SiN

film 21 in the whole surface previously, this SiN film 21 functions as an etching stopper, and it prevents giving an etching damage by this to the photo sensor section 3 etc. Thus, if an interlayer insulation film 11 is formed, a clear layer 12 will be formed like the example of the 1st operation gestalt, and sequential formation of a light-shielding film 13, the passivation film 14, the light filter layer 15, and the lens layer 16 will be carried out further.

[0028] Thus, if it is in the solid state image pickup device 20 of the example of the 2nd operation gestalt From having replaced with the insulating layer 7 and having formed SiN film 21 between a clear layer 12 and the photo sensor section 3 As mentioned above, refraction by the interface between a clear layer 12 and this SiN film 21 can be prevented. And while being able to operate SiN film 21 as an etching stopper in the case of etching on the photo sensor section 3 at the time of interlayer insulation film 11 formation, it can operate also as what is prevented that an etching damage is given to the photo sensor section 3 etc.

[0029] In addition, although the light-shielding film 13 was formed in said example of an operation gestalt, when incidence of the light which carried out incidence to the solid state image pickup device by the lens layer 16 grade can be certainly carried out to a transparent membrane 12, it is not necessary to form this light-shielding film 13. Moreover, when an insulator layer 7 is made into the ONO structure which consists of three layers, formation of an interlayer insulation film 11 is preceded, and it is SiO<sub>2</sub> of the topmost part. The film may be removed, the SiN film of a bilayer eye may be exposed, and this SiN film may be operated as an etching stopper at the time of interlayer insulation film 11 formation.

[0030]

[Effect of the Invention] As explained above, the solid state image pickup device of this invention Prepare an interlayer insulation film in the side-attachment-wall side of a transfer electrode, and a transparent membrane is embedded in the part surrounded by this interlayer insulation film. Since the refractive index of said transparent membrane is made into size from the refractive index of an interlayer insulation film incidence is aslant carried out on a transparent membrane front face, it can be made to be able to reflect by this interface and incidence of the light which results in the interface between this transparent membrane front face and said interlayer insulation film can be carried out on the photo sensor section, and this raises condensing effectiveness, and sensibility is boiled markedly and can be raised. Therefore, miniaturization of a solid state image pickup device and densification of a pixel can be attained, without causing property lowering.

[0031] Since it prevented that the light which carried out incidence to the transparent membrane by having arranged the interlayer insulation film on the surroundings of a transparent membrane in this way leaked out of the photo sensor section, it becomes unnecessary to allot a light-shielding film, and it becomes unnecessary moreover, to jut out a light-shielding film like the former thereby on this transparent membrane even right above [ of the photo sensor section ]. Therefore, opening of a light-shielding film can be formed widely, area of the photo sensor section which faces in this opening that much can be enlarged, and condensing effectiveness can be raised. Moreover, when it is formed extremely low so that this may serve as the near location of the photo sensor section like the former since it is not necessary to prepare an overhang in a light-shielding film in this way, an image defect increases and the photo sensor section can also prevent the inconvenience that image quality will deteriorate in response to an etching damage or impurity contamination, by processing for this light-shielding film formation. Furthermore, although it is usually necessary to prepare the low reflective film in both the top face and an underside about the overhang part of the light-shielding film located on the photo sensor section, since it is not necessary to prepare an overhang in a light-shielding film if it is in the solid state image pickup device of this invention, the process which naturally prepares the low reflective film can become unnecessary, therefore productivity can be improved, and a cost cut can be aimed at.

---

[Translation done.]